

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-260726

(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 08-063296

(22)Date of filing : 19.03.1996

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(72)Inventor : TERADA TOSHIYUKI

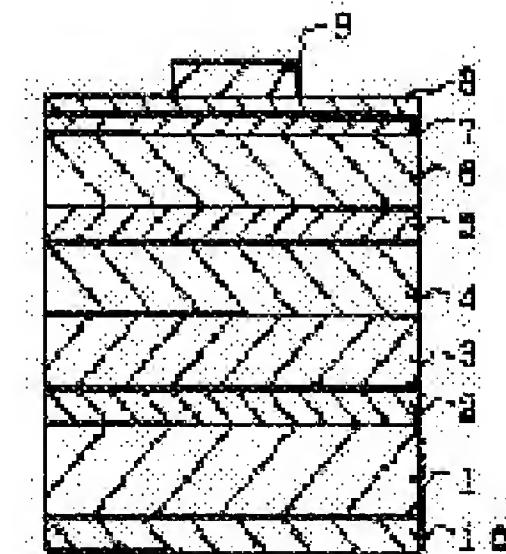
## (54) GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To bring a p-type gallium nitride compound semiconductor and a metallic electrode into ohmic contact with each other and to make a contact resistance small, by forming the metallic electrode on the p-type gallium nitride compound semiconductor layer through a p-type silicon carbide crystal.

**SOLUTION:** An electrode 9 at the p-type side is formed through a p-type GaN layer 7, a first contact layer, and a high-concentration p-type H-SiC layer 8, a second contact layer, and hence the electrode 9 is not brought into direct contact with a p-type AlGaN layer 6. Due to this structure, a contact resistance between the electrode 9 and the SiC layer 8 is small and a forward voltage can be lowered.

Therefore, a semiconductor laser as a light emitting element having a low oscillation threshold voltage can be obtained.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-260726

(43)公開日 平成9年(1997)10月3日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 L 33/00

識別記号

府内整理番号

F I

H 01 L 33/00

技術表示箇所

C

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 3 頁)

(21)出願番号 特願平8-63296

(22)出願日 平成8年(1996)3月19日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 寺田 敏行

神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

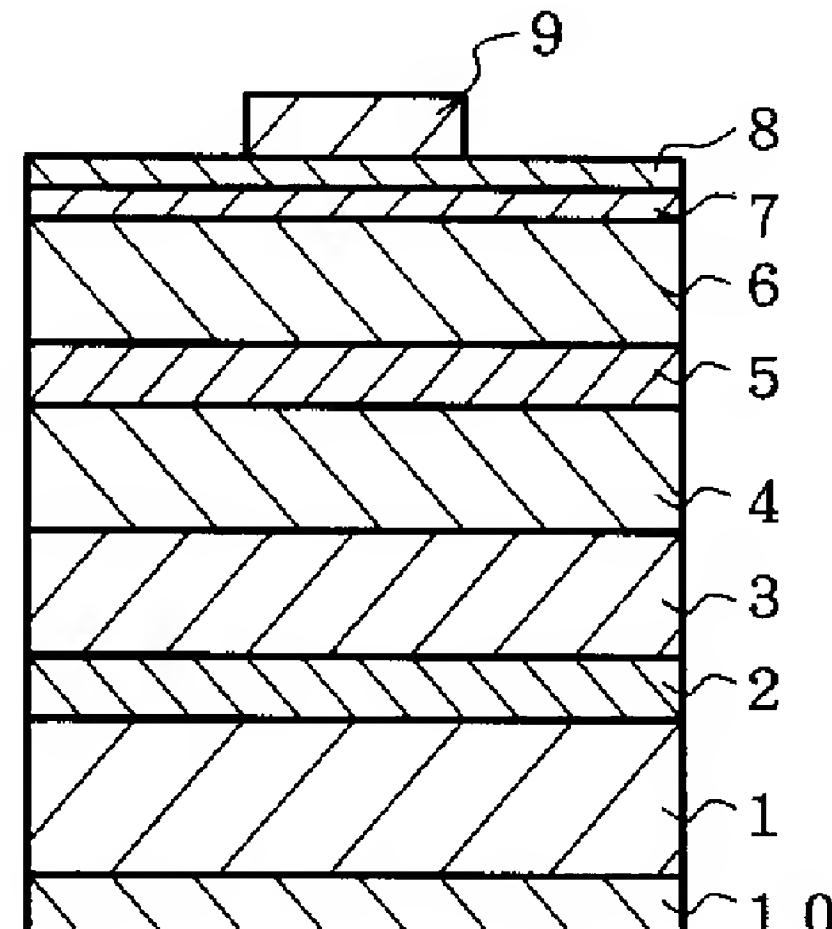
(74)代理人 弁理士 八田 幹雄 (外1名)

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体装置

(57)【要約】

【課題】 p型窒化ガリウム化合物半導体と金属電極との接触抵抗が小さい窒化ガリウム系化合物半導体装置を提供する。

【解決手段】 前記p型窒化ガリウム系化合物半導体層6, 7上に、p型炭化珪素結晶8を介して金属電極9が設けられていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体装置。これにより接触抵抗が $10^{-4} \sim 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}^{-2}$ 程度となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 p型窒化ガリウム系化合物半導体層を有する窒化ガリウム系化合物半導体装置において、

前記p型窒化ガリウム系化合物半導体層上に、p型炭化珪素結晶を介して金属電極が設けられていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体装置。

【請求項2】 p型窒化ガリウム系化合物半導体層を有する窒化ガリウム系化合物半導体装置において、

前記p型窒化ガリウム系化合物半導体層上に、p型窒化ガリウムによる第1コンタクト層が形成され、該第1コンタクト層上にp型炭化珪素による第2コンタクト層が形成され、該第2コンタクト層上に金属電極が形成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化ガリウム系化合物半導体装置に関し、特にP型窒化ガリウム系化合物半導体と金属電極とのオーム接触性を改善した窒化ガリウム系化合物半導体装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】窒化ガリウム系化合物半導体装置は、青色ないし緑色の発光素子（ダイオードやレーザ）としてその実用化に向けて期待されている半導体装置の一つである。

【0003】この窒化ガリウム系化合物半導体装置の実用化における問題点の一つとして、p型窒化ガリウム系化合物半導体と、その上に形成される金属電極とが十分なオーム接触とならず、素子の順方向電流に対して、順方向電圧が高くなり過ぎ、電流効率が非常に悪いといった問題がある。このため、ヘテロ結合による発光ダイオードやレーザの場合には全く発光しないこととなる。

【0004】従来、このようなp型窒化ガリウム系化合物半導体と金属電極とのオーム接触を実現させるための方法として、例えば特開平6-268259号公報には、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、p型AlGaNクラッド層上にさらにMgがドープされたp型GaNコンタクト層を形成した後、このコンタクト層上に電極を設けた構造のものが開示されており、これによりp型AlGaNと電極とのオーム接触を図り、順方向電圧を低減している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報記載の方法では、コンタクト層であるp型GaNと電極との接触抵抗が $10^{-2}\Omega\text{cm}^{-2}$ 程度あるため（応用電子物性分科会研究例会資料（1995/9/14） 第26頁参照）、オーム接触が得られているものの上記のようにその接触抵抗を $10^{-2}\Omega\text{cm}^{-2}$ 以下に下げることができないという問題がある。この点、例えば既に発光素子として実用化されている砒化ガリウム（GaAs）

系化合物半導体レーザの接触抵抗 $10^{-4}\sim10^{-5}\Omega\text{cm}^{-2}$ と比較すると、まだ接触抵抗が大きいのでさらに接触抵抗を下げる事が望まれている。

【0006】そこで、本発明の目的は、窒化ガリウム系化合物半導体装置において、p型窒化ガリウム化合物半導体と金属電極とのオーム接触を行い、かつ、その接触抵抗をより小さくした窒化ガリウム系化合物半導体装置を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための請求項1記載の本発明は、p型窒化ガリウム系化合物半導体層を有する窒化ガリウム系化合物半導体装置において、前記p型窒化ガリウム系化合物半導体層上に、p型炭化珪素結晶を介して金属電極が設けられていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体装置である。

【0008】また、上記目的を達成するための請求項2記載の本発明は、p型窒化ガリウム系化合物半導体層を有する窒化ガリウム系化合物半導体装置において、前記p型窒化ガリウム系化合物半導体層上に、p型窒化ガリウムによる第1コンタクト層が形成され、該第1コンタクト層上にp型炭化珪素による第2コンタクト層が形成され、該第2コンタクト層上に金属電極が形成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体装置である。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面を参照して、本発明の一実施の形態を説明する。

【0010】図1は本発明を適用した窒化ガリウム系化合物半導体発光素子（以下単に発光素子と称する）の断面図である。

【0011】この発光素子は、n型炭化珪素基板（6H-SiC）1上に、バッファ層であるn型窒化アルミニウム（AlN）層2、n型窒化ガリウム（GaN）層3、クラッド層であるn型窒化アルミニウムガリウム（AlGaN）層4、活性層である窒化ガリウム（GaN）層5、クラッド層であるp型窒化アルミニウムガリウム（AlGaN）層6、第1コンタクト層であるp型窒化ガリウム（GaN）層7、および第2コンタクト層である高濃度p型炭化珪素（6H-SiC）層8が順次積層され、第2コンタクト層であるp型6H-SiC層8上に、Ti電極9が形成され、また、n型SiC基板1側にNi電極10が形成されたものである。

【0012】この発光素子において、p型側の電極9は、前記の通り、第1コンタクト層であるp型GaN層7と第2コンタクト層である高濃度p型6H-SiC層8を介して設けられており、電極9とクラッド層のp型AlGaN層6とが直接接觸しない構造となっている。これにより電極9とSiC層8との接触抵抗が約 $10^{-4}\sim10^{-5}\Omega\text{cm}^{-2}$ と小さいことから、順方向電圧を下げる事ができるので、発光素子として発振しきい値電圧

の低い半導体レーザが得られる。

【0013】これは、第2コンタクト層であるSiC層8と窒化ガリウム系化合物半導体の一つであるGaN層7とは、その格子不整合率が3.5%と小さいため、GaN層7上に比較的結晶性のよいSiC層8をエピタキシャル成長法によって形成することができ、また、SiCはキャリア濃度を $10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度までp型のドーピングが可能であることから接触抵抗を下げることができるものである。

【0014】本実施の形態では、この発光素子の各層の厚さを、n型AlN層2が $0.1 \mu\text{m}$ 、n型GaN層3が $1.0 \mu\text{m}$ 、n型AlGaN層4が $1.0 \mu\text{m}$ 、GaN層5が $0.1 \mu\text{m}$ 、p型AlGaN層6が $1.0 \mu\text{m}$ 、第1コンタクト層であるp型GaN層7および第2コンタクト層である高濃度p型6H-SiC層8が共に $0.03 \mu\text{m}$ とした。各層のドーパントは、n型AlN層2、n型GaN層3、およびn型AlGaN層4についてはいずれもシリコン(Si)を用い、p型AlGaN層6および第1コンタクト層であるp型GaN層7についてはマグネシウム(Mg)を用いた。そして高濃度p型6H-SiC層8ではアルミニウム(Al)を用いて、キャリア濃度を $10^{20} \text{ cm}^{-3}$ とした。なお、SiC層8はMOCVD法により基板温度 $1150$ 度でエピタキシャル成長させたものである。

【0015】なお、これら層構造や厚さは、あくまでも本発明の一実施の形態にすぎないものであり、本発明はこれらに限定されるものではなく、p型窒化ガリウム系化合物半導体と金属電極との間にn型炭化珪素結晶を介することで、オーム接觸においてその接触抵抗を低減することができるものであり、例えばp型窒化ガリウム系化合物半導体としては、上記したp型AlGaN、p型GaNの他、p型InGaN、p型InAlGaNなどであり、これに電極となる金属としては、上記したTiの他、Au、Mo、Taなどを形成した場合にその接触抵抗が従来より低減できる。

【0016】SiC層8は好ましくはそのキャリア濃度が $10^{17} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 程度がよい。これは $10^{17} \text{ cm}^{-3}$

$\sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下である場合には、SiC自体が抵抗体となってしまい接触抵抗の低減ができない。一方、上限についてはp型のドーピングとしての限界でありこれ以上のドーピングは難しい。また、このSiC層8の厚さは、 $1.0 \sim 10000 \text{ \AA}$ 程度が好ましく、 $10 \text{ \AA}$ 以下の場合には電流を注入している際、電極金属がSiC層を突き抜けて、p型窒化ガリウム系化合物半導体に拡散したり、その他の理由により電気的に短絡しやすくなり、一方、 $10000 \text{ \AA}$ を越えて厚くすると、3.5%の格子不整合に起因した格子欠陥などがSiC結晶自身に入りやすくなり、良質のSiC層が得られにくくなるためである。

【0017】n型側の電極10については、従来と全く同様であり、本実施の形態では基板にn型のSiCを用いたのでその裏面に設けたが、サファイア基板を用いて窒化ガリウム系化合物層を積層した場合（もちろんSiC基板を用いても）、GaN層3に直接電極10を形成してもよい。この場合、n型窒化ガリウム系化合物半導体と金属電極とはオーム接觸されている。

#### 【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、p型窒化ガリウム系化合物半導体と金属電極との間に、p型炭化珪素層を介したことで、p型窒化ガリウム系化合物半導体と金属電極との接触抵抗の低いオーム接觸を実現することができ、半導体装置の順方向電圧を低くすることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を適用した発光素子の断面図である。

#### 【符号の説明】

- 1…n型SiC基板、
- 2…n型AlN層、
- 3…n型GaN層、
- 4…n型AlGaN層、
- 5…GaN層、
- 6…p型AlGaN層、
- 7…p型GaN層、
- 8…p型6H-SiC層、
- 9，10…電極。

【図1】

